

Cette synthèse tente de reprendre les points forts des différents exposés et les éléments importants soulevés lors des discussions qui s'en sont suivies. L'objectif est de faire ressortir, au-delà des aspects sectoriels ou disciplinaires, les problèmes et les enjeux liés à la qualité du cacao. La publication du colloque «Rencontres cacao : les aspects de la qualité», qui s'est tenu à Montpellier le 30 juin 1995, est disponible au Cirad-CP/SIC, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France.

This synopsis brings out the key points of the different talks and the major issues raised during subsequent discussions. The aim is to highlight the problems and stakes involved in cocoa quality, over and above mere sector or scientific discipline aspects. The proceedings of the conference held in Montpellier, 30th June 1995: «Cocoa Meetings: aspects of the quality», are available from Cirad-CP/SIC, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France.

Esta síntesis intenta volver a examinar los puntos fuertes de las diferentes ponencias y los elementos relevantes que se plantearon durante las discusiones que desprendieron de ellas. El objetivo es hacer resaltar, más allá de los aspectos sectoriales o disciplinarios, los problemas y los envites vinculados con la calidad del cacao. La publicación de este coloquio «Encuentros Cacao: los aspectos de la calidad», que tuvo lugar en Montpellier el 30 de junio de 1995, puede conseguirse dirigiéndose al Cirad-CP, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France.

Synthèse des rencontres cacao : les différents aspects de la qualité

Despréaux D.¹, Leblond A.²

1 Cirad-CP, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France

2 AFCC, 2 rue de Viarmes, 75001 Paris, France

Avant tout sources de plaisir, le chocolat et les produits chocolatés ne sont pas des aliments indispensables (Leblond*). La qualité, en relation avec la satisfaction procurée au consommateur est, dans ce sens, un enjeu majeur. A ce titre l'amélioration de la qualité est sans doute l'une des clés pour fidéliser la clientèle et accroître la consommation (Fowler).

La qualité du produit final dépend en grande partie des caractéristiques de la matière première utilisée. Ainsi, qualité du chocolat et qualité du cacao sont-elles étroitement liées. Cependant, le terme qualité recouvre des aspects multiples et variés. Certains d'entre eux sont associés à des critères objectifs et comparables : la teneur en beurre ou le prix, par exemple. D'autres sont d'ordre subjectif ou culturel. Les préférences gustatives, en particulier, restent étroitement liées à la tradition et diffèrent sensiblement d'un consommateur à l'autre (Fowler). Ainsi les chocolats et les produits chocolatés vendus aux États-Unis, en Grande-Bretagne ou en Europe continentale répondent chacun à des habitudes alimentaires distinctes. Par ailleurs, la notion de qualité varie avec le temps (Biehl) : un chocolat jugé bon aujourd'hui pourra être qualifié de médiocre demain.

D'une manière générale, les industriels utilisateurs se plaignent d'une baisse sensible de la qualité du cacao depuis plusieurs années (Hullot). Ainsi le nombre de sentences arbitrales rendues par l'AFCC a augmenté de 78 % entre les saisons 1993-

1994 et 1994-1995. Par ailleurs, le taux de refus au *grading*⁽¹⁾ du *London Commodity Exchange* est passé de 15 % en 1990 à 25 % en 1993. Les acteurs de la filière avancent de nombreuses explications à ce phénomène. Certains dénoncent les évolutions apparues au niveau de la production et du transport (l'émergence des pays producteurs de l'Asie du Sud-Est ; la déstructuration des filières dans certains pays africains ; le remplacement progressif des variétés traditionnelles au profit d'hybrides plus productifs ou plus résistants, l'augmentation du transport en vrac). D'autres accusent les commerçants ou les utilisateurs (la guerre des prix ; la lente disparition des petites chocolateries et des orfèvres du cacao).

Cependant, cette appréciation de la qualité diffère sensiblement selon que l'on est producteur, tansporteur, vendeur, acheteur, utilisateur ou consommateur. L'analyse de l'ensemble de la filière cacao permet de mieux comprendre la complexité de la situation.

Les besoins des utilisateurs en matière de qualité

La plupart des industriels utilisateurs de cacao développent aujourd'hui des stratégies d'innovation et de différenciation de leurs produits (Daviron). Leurs besoins sont ainsi nombreux et variés, et il est nécessaire, pour y répondre, que l'offre en matière première et produits intermédiaires (masse, beurre, poudre) soit très

(1) Le *grading* est l'opération de vérification des lots marchands selon les normes du marché de Londres.



D. Despreaux

Séchage. / Drying.

diversifiée (Fowler). Trois caractéristiques demeurent déterminantes dans le choix du cacao à l'achat : l'arôme, le beurre et la couleur.

Beaucoup de produits s'identifient à partir de spécificités gustatives bien marquées, notamment en ce moment un goût fort en chocolat, ce qui, paradoxalement, n'est pas si facile à obtenir (Théry). Ainsi, pour un chocolatier comme pour un producteur de poudre, la première caractéristique recherchée est l'arôme (Fowler, Théry). Celui-ci dépend en grande partie de l'origine de la matière première. En simplifiant, le cacao de Côte d'Ivoire développe l'arôme chocolat ; celui du Cameroun, l'amertume et le corsé ; celui d'Amérique du Sud, le fruité et l'aromatique (Théry). L'arôme comprend parfois des composantes indésirables comme les goûts étrangers (goût de fumée, goût putride,...), l'acidité ou l'astringence (Fowler). Les lots affectés de goûts étrangers sont difficilement utilisables. Ainsi, ces derniers sont-ils à l'origine du plus grand nombre de rejets. Plusieurs procédés permettent de baisser les niveaux d'acidité. Toutefois, leur mise en œuvre révèle en général d'autres défauts importants, tels que l'absence d'arôme chocolat. L'astringence peut être plus facilement contrôlée avec les méthodes de transformation conventionnelles. Néanmoins, les cacaos nécessitant un procédé supplémentaire seront moins prisés que les autres disponibles sur le marché (Fowler).

Le beurre est surtout intéressant par ses propriétés en mélange (Fowler). En général, les industriels préfèrent un beurre plus dur comme ceux de Malaisie ou d'Indonésie

pour contrebalancer l'effet de ramollissement dû à l'adjonction des graisses de lait. Les beurres les plus durs sont ainsi les plus chers. Il existe toutefois un marché de la glace au chocolat où les beurres mous présentent des avantages.

La couleur était autrefois le principal critère d'appréciation de la poudre (Théry). Elle reste un facteur important pour toutes les applications incluant la poudre de cacao à sec. Certaines origines permettent de développer des couleurs particulières. Les cacaos du Cameroun et de Bahia apportent des tonalités rouges ; ceux d'Asie du Sud-Est, des tonalités orangées. Cependant il existe aujourd'hui des procédés permettant d'obtenir ces diverses couleurs à partir de cacaos courants.

Les industriels regardent aussi de près la taille des fèves, l'uniformité des lots, le taux d'impuretés. Par exemple, les lots de fèves de petite taille sont moins avantageux dans la mesure où ils génèrent des taux de coques plus importants. De plus, leurs teneurs en beurre sont généralement moins élevées. Cependant, la transformation de ces lots ne présente pas de difficulté particulière, alors que les mélanges de grandes et de petites fèves sont très difficiles à travailler pendant les premières étapes d'usinage.

Enfin, la présence de bonnes caractéristiques intrinsèques ne rend pas nécessairement un lot acceptable. Avant d'acheter et d'utiliser un cacao, l'industriel considérera d'autres facteurs tels que le prix, la fiabilité de l'approvisionnement, la constance de livraison, la continuité dans la qualité (Fowler).

Aussi les choix des utilisateurs répondent-ils à une matrice complexe, dont la traduction par le seul mot « qualité » génère de nombreux malentendus. Il serait sans doute moins simple, mais plus explicite, de plutôt parler « des qualités » du cacao.

La qualité et le marché

Le négociant aborde le problème de la qualité des fèves de cacao au travers de références standard définies dans les contrats de vente (Hullot). Les normes françaises, peu différentes des normes américaines ou anglaises, sont les suivantes : *« Pour alimenter le contrat, la marchandise livrée doit être raisonnablement exempte de fèves à goûts étrangers au cacao, d'insectes vivants, de corps étrangers au cacao, de fèves brisées, de brisures et de fragments de coques ; elle ne doit pas contenir un pourcentage exagéré de fèves violettes ou germées »*. A cet aspect général d'un lot (qualité saine loyale et marchande), s'ajoute la mesure du grainage : le poids moyen des fèves doit être supérieur à 1g. Ainsi la qualité des lots est essentiellement jugée sur la présence ou l'absence de défauts. Trop de défauts entraînent une réfaction du prix, voire un rejet si les limites d'acceptabilité sont dépassées.

Les contrôles sur échantillon par examen visuel, comptage et épreuve à la coupe, présentent l'avantage d'être faciles à mettre en œuvre et très peu coûteux. Cependant, ils ne mettent pas en valeur les qualités aromatiques, ni ne permettent de détecter certains défauts majeurs, comme des taux élevés d'acides gras libres (Hullot).

Le prix est avant tout fonction de l'équilibre du marché mondial, qui dépend lui-même de la relation entre production et consommation. La production mondiale du cacao est passée de 700 000 tonnes en 1950 à plus de 2 500 000 tonnes aujourd'hui. Cette rapide augmentation a suivi une succession de périodes d'accélération et de ralentissement. Ces variations, qui sont plus amples que celles suivies par les besoins de l'industrie, font fluctuer la disponibilité des fèves sur le marché. Ainsi la forte croissance des stocks non utilisés entre 1988 et 1992 est certainement la principale cause de la chute des prix à la même époque (Daviron).

A quelques exceptions près, liées à des caractéristiques très particulières, les prix de tous les cacaos suivent les mêmes tendances. Toutefois, il existe des variations importantes entre lots, certains d'entre eux possédant des particularités plus intéres-

santes que d'autres. Les critères les plus appréciés sont une bonne fermentation, de faibles taux de coque et des teneurs en beurre élevées (Fowler). La régularité est aussi un critère important et ceux qui fournissent régulièrement un produit propre et uniforme sont à même de demander des prix plus élevés. C'est le cas pour de nombreuses grandes plantations d'Asie du Sud-Est (Fowler). Le plus souvent, les cacaos d'une même zone de production présentent des caractéristiques similaires, qui se reproduisent d'une année sur l'autre. Ainsi, le marché mondial est segmenté par origine géographique. Cette segmentation se traduit par l'existence de différentiels de prix : certaines provenances bénéficient d'une prime par rapport au cours moyen, d'autres subissent des décotes. Un référentiel de qualité par zone géographique s'est ainsi établi, en association avec les prix de vente.

Cependant, on constate que les différentiels entre les origines géographiques se sont notablement réduits pendant la campagne 1994 et que tous les cacaos courants ont été vendus sensiblement au même prix (Daviron).

La segmentation du marché par origine géographique peut parfois masquer des différences importantes parmi les exportations d'un même pays (Jarrige*). Par exemple, en Indonésie, le cacao de Java est très différent de celui de Sulawesi. Dans les pratiques d'achat, on voit couramment se développer des phénomènes de marque par unité de production ou d'exportation, qui viennent en surimpression de l'origine par pays (Jarrige, Hullot*).

Pour les cacaos fins, dont le marché est distinct de celui des cacaos courants, la partition est extrême (Daviron, Fowler). Ils représentent environ 5 % des volumes

échangés. Il s'agit de cacaos produits en quantité limitée et possédant des caractéristiques propres d'arôme ou de couleur, qui rendent difficile leur substitution dans l'élaboration des produits finaux. Les cacaos fins se vendent en général à un prix supérieur à celui du cacao courant. La plupart des exportations de Trinidad répondent à cette appellation, ce qui explique leur évolution de prix très singulière par rapport à la tendance générale.

Le négoce du cacao se fait essentiellement pour des ventes éloignées. L'achat par anticipation présente l'avantage de permettre le financement de la récolte et de prémunir les contractants contre des fluctuations trop fortes du marché. Il semble cependant que ces dernières années le marché à terme ait trop souvent servi à écouler des produits de mauvaise qualité et aurait ainsi contribué à accélérer la chute du marché (Hullot, Leblond*).

Les facteurs qui influencent la qualité pendant la production

La culture du cacaoyer s'est développée dans les zones tropicales humides tout autour de la planète. La diversité des situations et des histoires est à l'origine de la grande hétérogénéité des itinéraires techniques, dans le choix du matériel végétal utilisé, des modes de culture et des traitements post-récolte appliqués.

Les types de cacaoyers cultivés

L'arôme chocolat est étroitement lié à l'espèce *Theobroma cacao*. En effet, on n'a jamais pu obtenir un goût comparable avec d'autres plantes (Biehl). Par ailleurs, toutes les fèves issues de *Theobroma cacao*, convenablement préparées, permettent le développement d'un arôme chocolat. Toutefois le potentiel aromatique varie fortement selon les types de cacaoyers cultivés. Les Criollo et les Trinitario ont en général un potentiel aromatique différent de celui des Forastero. La plus grande partie des cacaos fins sont issus des deux premiers groupes. Certains Forastero peuvent être très aromatiques, comme la variété Nacional en Equateur. Cependant, la plupart des Forastero cultivés sont à l'origine d'arômes et de couleurs plus traditionnels. Les autres facteurs de qualité, fortement influencés par le génotype, sont le poids des fèves et la teneur en beurre. Ils peuvent être pris en compte dans des index de sélection (Eskes, Lockwood).



Bacs de fermentation.
Fermentation boxes.

D. Despréaux

La nature des variétés cultivées a fortement évolué au cours des dernières années. Criollo et Trinitario, souvent peu productifs et sensibles aux attaques parasitaires, sont de moins en moins utilisés et remplacés par des Forastero ou des hybrides de clones nettement plus productifs (Eskes, Lockwood). Ainsi, aux variétés anciennes se substituent progressivement des cacaoyers à haut rendement (Biehl). Les qualités organoleptiques n'étant généralement pas directement prises en compte dans les programmes d'amélioration, il est possible que la hausse de productivité s'accompagne d'une certaine dilution des arômes.

L'origine génétique de l'arôme n'est d'ailleurs toujours pas élucidée. En effet, les études réalisées jusqu'à présent indiquent que l'arôme dépend essentiellement de l'arbre qui porte les fruits. Or les fèves de cacao sont des graines souvent issues de fécondations croisées. La variabilité aromatique proviendrait ainsi en grande partie, non pas de la fève elle-même, qui est moitié-père, moitié-mère, mais des tissus maternels qui l'entourent. La pulpe pourrait y jouer un rôle important (Biehl).

Le terroir

L'incidence du terroir est déterminante sur la dureté des beurres (Eskes, Lockwood, Théry). Son effet semble moins prononcé sur la teneur en beurre (Cros, Eskes, Lockwood, Théry). L'interaction du terroir avec l'arôme a été peu étudiée. Les éléments dont on dispose aujourd'hui indiquent une nette prédominance de l'effet génétique sur certains caractères fruités. Cependant, il n'a pas encore été possible de reproduire, avec du cacao de Malaisie, la puissance de l'arôme chocolat obtenu à partir de fèves ghanéennes même en utilisant des variétés identiques.

La taille des exploitations doit aussi être prise en considération. En effet, grâce à un large approvisionnement en fèves fraîches et des possibilités d'investissement plus importantes, les grandes plantations sont plus à même d'apporter une certaine continuité au traitement de leur production. À l'inverse, les petites plantations, soumises à des approvisionnements plus aléatoires et possédant des équipements souvent très sommaires, ont des productions de qualités moins constantes (Biehl). Cette distinction apparaît fortement en Asie et en Amérique où coexistent les deux types d'exploitations.

Les traitements post-récolte

Le premier objectif des traitements post-récolte est de transformer les fruits portés



Triage. / Sorting.

D. Després

par le cacaoyer en produit commercialisable. À cette fin, la succession de traitements la plus simple est la suivante : cueillette, extraction des fèves (écabossage) et séchage. Cependant, une étape de fermentation plus ou moins prolongée entre l'écabossage et le séchage est nécessaire pour obtenir un bon développement de l'arôme chocolat (Barel, Biehl). Toutes ces opérations agissent sur les caractéristiques des fèves et sont fortement interdépendantes. Elles constituent ainsi une chaîne déterminante pour la qualité du produit final. On peut intervenir sur l'un ou l'autre des maillons de cette chaîne et adapter l'ensemble en fonction du produit que l'on souhaite obtenir.

La plupart des recherches menées dans ce domaine ont eu pour objectif de déterminer les conditions d'un développement optimal de l'arôme chocolat. Certaines de ces conditions sont très générales et peuvent aboutir à des recommandations standard. Il est important, par exemple, de cueillir les cabosses à maturité (Barel). Le virement de couleur est l'unique critère actuellement disponible et il manque un peu de précision. Il s'avère cependant suffisant pour obtenir un produit satisfaisant. Il faut aussi éviter la détérioration des fèves lors de l'écabossage, et ensuite bien les séparer afin d'empêcher la formation d'agglomérats et d'éliminer les fèves défectueuses (Barel). D'autres conditions de traitement doivent être adaptées cas par cas. Les opérations de fermentation et de séchage, en particulier, dépendent de multiples facteurs comme la nature du matériel végétal cultivé, des volumes traités, des conditions climatiques,

de la zone de production, des contraintes économiques ou sociologiques locales.

La fermentation peut être effectuée en bacs ou en tas. Les différences de taille et la nature du contenant, l'exposition, la quantité de cacao frais, la fréquence des brassages affectent significativement le déroulement du procédé (Biehl). Deux étapes sont particulièrement importantes à déterminer : le moment du premier brassage, qui favorise le passage de la fermentation alcoolique (anaérobie) vers la fermentation acétique (aérobie), et la fin de fermentation caractérisée par une rapide augmentation de pH qui indique la fin de la production d'acide acétique. Lorsque la fermentation est arrêtée trop précocement, l'acidité des fèves reste très élevée. À l'inverse, une prolongation favorise l'installation d'une flore de putrescence et les fèves prennent rapidement des goûts indésirables (Biehl). La durée de la fermentation dépend pour beaucoup de l'environnement : nature de l'ensemencement, humidité, température (Biehl). Elle peut ainsi varier largement d'un lot à l'autre. Le contrôle de son bon déroulement peut être réalisé *a posteriori* par examen visuel. L'absence de fermentation conduit à des fèves ardoisées et une fermentation insuffisante se reconnaît à un taux élevé de fèves violettes. Ce dernier critère n'est cependant pas dénué de subjectivité et ne correspond pas toujours à la réalité (Fowler). Il est aussi possible de suivre les phénomènes en temps réel pendant l'exécution des opérations en s'appuyant sur les propriétés exothermiques des réactions impliquées et

en suivant des courbes de température (Barel).

Le séchage arrête la fermentation et stabilise le produit. La majorité des cacaos sont séchés par exposition au soleil. Ce procédé, très lent et discontinu (alternance jour-nuit), permet la poursuite des réactions biochimiques pendant les premiers jours. Ce mode de traitement produit des cacaos de bonne qualité aromatique et de faibles acidités volatiles (Barel). Cependant, cette technique est lente, nécessite de grandes surfaces d'exposition et un rayonnement solaire important. Elle n'est pas toujours applicable. Un séchage artificiel est alors pratiqué, avec des résultats plus ou moins satisfaisants. Le principal défaut d'un séchage rapide est d'accélérer l'évaporation de l'eau par rapport à celle de l'acide acétique. Le cacao ainsi produit reste souvent très acide.

Certains cacaos gardent un niveau d'acidité très élevé et développent peu d'arôme, malgré un bon déroulement de la fermentation et la mise en œuvre d'un séchage doux. C'est le cas, en particulier, des cacaos issus de Malaisie et d'Indonésie (Biehl). Il est possible d'améliorer cette situation avec un procédé de mise sous presse qui permet de réduire en partie le volume de pulpe. L'extraction des jus s'accompagne d'une diminution des quantités de sucre avant fermentation, ce qui limite la fermentation alcoolique, augmente la respiration des sucres pendant les étapes suivantes et, en conséquence, réduit la formation d'acide acétique. Le potentiel aromatique final s'en trouve amélioré. La prolongation du délai entre la cueillette et l'écabossage peut aussi donner de bons résultats (Biehl).

Un lavage est parfois conduit entre fermentation et séchage pour finir d'éliminer la pulpe résiduelle. Cette opération a l'avantage de donner un très bel aspect au cacao marchand, mais donne un produit fragilisé, avec des taux de brisure plus importants. Ce procédé ne semble pas avoir d'effet majeur sur les qualités organoleptiques (Barel).

Origine chimique de l'arôme chocolat

Aucune étude n'a encore permis de caractériser, parmi les 500 composés identifiés à partir des cacaos torréfiés, ceux qui sont spécifiquement responsables de l'arôme chocolat (Cros). Ignorant donc la composition finale, il est bien difficile d'en déterminer l'origine. Le problème est rendu encore plus ardu du fait des transformations très

complexes qui interviennent pendant la fermentation, le séchage et la torréfaction (Biehl). La connaissance des différents processus est cependant nécessaire pour pouvoir évaluer le potentiel aromatique d'une variété de cacao et pour déterminer les influences respectives du génotype, du terroir, des traitements post-récolte et de la torréfaction (Cros).

Les réactions globales sont relativement bien connues. La fève fraîche possède un arôme de constitution quantitativement peu important. Pendant la fermentation, un ensemble de réactions biochimiques conduisent entre autres à la formation de précurseurs d'arôme (Cros). Ces précurseurs sont, d'une part, des sucres réducteurs issus de l'hydrolyse des polyholosides et du saccharose, d'autre part, des oligopeptides hydrophiles et des acides aminés hydrophobes provenant de l'hydrolyse des protéines de réserve (Biehl). Les activités des enzymes impliquées dans la dégradation des protéines sont fortement dépendantes du pH. Ceci pourrait expliquer, au moins en partie, la relation entre la forte acidité d'un cacao et la faiblesse de son arôme (Biehl). Dans le même temps, des composés volatils se développent, surtout des alcools et des esters, dont l'origine est encore indéterminée. Leur formation peut être exogène (voie microbiologique), avec migration dans les cotylédons, ou endogène (métabolisme interne, produits de dégradation thermique ou d'oxydation), ou encore les deux à la fois. Les composés phéno-

liques subissent pour leur part une forte diminution qui se traduira par une réduction sensible de l'astringence et l'amer-tume. Au cours du séchage, outre la réduction de la teneur en acide acétique par évaporation, interviennent une oxydation des polyphénols et une synthèse d'aldéhydes (Cros). Les précurseurs développés au cours de la fermentation et du séchage participent, au moment de la torréfaction, à la formation de l'arôme chocolat via la réaction de Maillard, la caramélisation des sucres, la dégradation des protéines et, pour une moindre part, la synthèse de composés soufrés. De nombreux composés volatils nouveaux apparaissent à ce moment, mais seulement une vingtaine d'entre eux sont communs à tous les cacaos.

L'efficacité de la réaction de Maillard dépend des rapports entre acides aminés, peptides et sucres réducteurs (Cros). De ce fait, la consommation des précurseurs est fonction du niveau de fermentation. La torréfaction d'un cacao bien fermenté conduit à une consommation quasi totale des sucres réducteurs, alors qu'avec un cacao non fermenté elle est réduite de moitié. Les paramètres de torréfaction peuvent être adaptés en fonction de l'arôme désiré. Les goûts particuliers associés aux cacaos fins (goût fruité, goût de noisette,...) s'expriment mieux par des torréfactions douces.

A toutes les étapes de la transformation des fèves fraîches en fèves torréfiées, la composition de la fraction volatile présente des différences importantes entre les géno-



Jeunes cacaoyers. / Young cocoa trees.

D. Després

types. Les différences sont moindres pour les composés non volatils impliqués dans le développement de l'arôme. La variabilité en composés volatils apparaît plus liée au génotype qu'à l'origine géographique. Une relation existe entre le caractère fruité et le profil chromatographique.

Evaluation de l'arôme chocolat

La torréfaction est la dernière étape qui permet d'exprimer le potentiel aromatique des fèves, acquis pour l'essentiel au cours de la fermentation et du séchage. S'il est possible d'identifier à l'odorat la présence de goûts indésirables dans les lots de cacao marchand, il est pratiquement irréalisable d'en estimer directement le potentiel aromatique. Les évaluations sont donc effectuées par les utilisateurs et, pour des raisons de compétition commerciale, les résultats de ces analyses restent le plus souvent confidentiels. Cette situation rend difficile la prise en compte des caractéristiques aromatiques par les acteurs de la production et de la commercialisation.

D'un panel de dégustation à l'autre, l'entente est parfois difficile car les descripteurs utilisés sont souvent différents (Théry). La tendance actuelle, parmi les utilisateurs, est de mieux définir les critères de qualité aromatique afin de favoriser les échanges d'informations (Fowler). Un vaste travail d'harmonisation à partir d'arômes standard a déjà été engagé depuis plusieurs années (Clapperton*).

Perspectives

De l'analyse de la demande, il ressort que les besoins des utilisateurs sont multiples et variés. Les industriels ne recherchent pas un produit unique, qui pourrait être défini par des normes de qualité standard,

mais plusieurs produits aux caractéristiques distinctes. Dans un tel contexte, la définition d'une «qualité» est extrêmement complexe et sans doute serait-il préférable de définir «des qualités» en fonction des différentes utilisations.

Trois critères apparaissent essentiels dans le choix des utilisateurs : l'arôme, le beurre et la couleur. Or aucun de ces trois critères n'est spécifiquement pris en compte par le marché. Ce dernier appuie, en effet, ses évaluations essentiellement sur les caractères physiques des lots. Il existe, bien sûr, une relation entre l'aspect des fèves et les différents traitements qu'elles ont subis. Ainsi, un lot qui ne présente aucun défaut aura toutes les chances de satisfaire le chocolatier. Cependant la relation reste indirecte et des lots de fort bel aspect peuvent n'avoir qu'un très faible potentiel aromatique ou une dureté de beurre ne correspondant pas aux besoins. Une étape importante serait sans doute franchie si des descripteurs des qualités, comprenant tous les aspects pris en compte par les utilisateurs, étaient définis pour l'ensemble de la filière.

La tentative d'harmonisation des descripteurs d'arôme, entreprise depuis plusieurs années, est un premier pas important. Encore faut-il que les analyses soient disponibles et utilisables par les fournisseurs pour qu'ils puissent adapter leurs productions et leurs livraisons en fonction des besoins. Le rôle des intermédiaires, tels que les exportateurs et les négociants, est essentiel dans la diffusion de telles informations.

La recherche devra définir ces nouveaux descripteurs, créer les techniques d'utilisation et leurs limites d'application. Le problème n'est pas simple car les méthodes d'évaluation devront rester faciles d'utilisation et peu onéreuses. ■

Bibliographie / References

- Rencontres cacao : les différents aspects de la qualité. *Cocoa meetings: the various aspects of quality*. Synthèse du séminaire qui s'est tenu le 30 juin 1995, à Montpellier. CIRAD-CP, mars 1996, 230 p.
- DAVIRON B. Les aspects économiques de la qualité. *Economic aspects of the quality*.
- HULLOT O. La qualité pour un négociant. *Quality for traders*.
- FOWLER M. Quality of cocoa beans for chocolate manufacturers. *La qualité pour un producteur de chocolat*.
- THÉRY V. La qualité pour un producteur de poudre. *Quality for cocoa powder producers*.
- LOCKWOOD G., ESKES A.B. Relationship between cocoa variety and quality. *Les relations variétés/qualité*.
- CROS E. Formation de l'arôme cacao. *Formation of cocoa flavour*.
- BIEHL B. Post-harvest processing in Asia: approaches towards flavour improvement. *Les traitements post-récolte en Asie: vers une amélioration de l'arôme*.
- BAREL M. Le traitement post-récolte en Afrique et en Amérique latine. Son influence sur la qualité. *Post-harvest processing in Africa and Latin America. Its effect on quality*.
- * Intervenants dans les discussions. / *Took part in discussions*

Synopsis of the cocoa meetings: the various aspects of quality

Desprésaux D.¹, Leblond A.²

1 Cirad-CP, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France

2 AFCC, 2 rue de Viarmes, 75001 Paris, France

Chocolate and chocolate-based products are above all a source of pleasure and are in no way an essential foodstuff (Leblond*). Quality, in terms of the satisfaction derived by consumers, is therefore a major requirement, hence quality improvement is the key to customer loyalty and increased consumption (Fowler).

End-product quality largely depends on the characteristics of the raw material used, so chocolate quality and cocoa quality are inseparable. However, the term "quality" encompasses many and varied aspects. Some are associated with objective and comparable criteria, such as butter content or price; others are subjective or culture related. Taste preferences, for example, remain closely linked to tradition and differ considerably from one consumer to another (Fowler). For instance, the chocolates and chocolate-based products sold in the United States, the United Kingdom or continental Europe each satisfy distinct dietary habits. The concept of quality also varies over time (Biehl); a chocolate considered good today may be considered mediocre in years to come.

Generally speaking, industrial consumers are complaining about a substantial deterioration in cocoa quality in recent years (Hullot). The number of arbitral sentences pronounced by the AFCC increased by 78% between the 1993-1994 and 1994-1995 seasons. The proportion of grading rejects on the London Commodity Exchange increased from 15% in 1990 to 25% in 1993. Professionals in the sector have put forward various explanations for this state of affairs. Some blame developments on a production and transport level (emergence of producing countries in Southeast Asia; breakdown of sectors in some African countries; gradual replacement of traditional varieties with higher yielding or more resistant hybrids, increase in bulk transport). Others accuse traders or users (price war, gradual disappearance of small-scale chocolate manufacturers and cocoa "grand masters").

However, quality is seen differently by producers, transporters, vendors, buyers, users and consumers. An overall analysis of the cocoa sector provides a clearer understanding of the complexities involved.

Users' quality requirements

Nowadays, most industrial cocoa users are developing innovation and diversification strategies for their products (Daviron). They therefore have many and varied requirements that can only be met if the supplies of raw materials and intermediate products (liquor, butter, powder) are highly diversified (Fowler). Three factors remain decisive when purchasing cocoa: flavour, butter and colour.

Many products stand out through their clearly specific taste; the current preference being for a strong chocolate taste, which is paradoxically not so easy to achieve (Théry). The main characteristic sought by a chocolate manufacturer or powder producer is therefore flavour (Fowler, Théry), which largely depends on the origin of the raw material. To simplify, cocoa from the Côte d'Ivoire develops a chocolate flavour; that from Cameroon, bitterness and a full-bodied flavour; that from South America, a fruity and aromatic flavour (Théry). There may sometimes also be undesirable components, such as off-flavours (smoky, putrid, etc.), acidity or astringency (Fowler). It is difficult to find a use for batches with off-flavours, which account for the reason for the largest number of rejects. Acidity can be reduced by several processes, but they generally uncover other major defects, such as a lack of chocolate flavour. Astringency can be controlled more easily by conventional processing methods, but cocoas requiring additional processing will always remain less attractive than others on the market (Fowler).

Butter is particularly important for its properties in blends (Fowler). Industrialists usually prefer a harder butter, such as those from Malaysia or Indonesia, to counteract the softening effect of adding milk fats. Harder butters are therefore more expensive. Nevertheless, soft butters have their advantages for the chocolate ice-cream market.

Colour used to be the main criterion for powder assessment (Théry) and remains an important factor for all applications involving dry cocoa powder. Some origins can be used to develop particular colours. Cocoas from Cameroon and Bahia give reddish shades; those from Southeast Asia, orangey shades, but

processes now exist that can produce these various colours from bulk cocoas.

Industrialists also keep a close watch on bean size, batch uniformity and the level of impurities. For instance, batches of small beans are less advantageous in that they result in high shell rates and their butter content is usually lower. Be that as it may, the processing of such batches raises no particular problems, whereas mixes of small and large beans are very difficult to handle in the initial processing stages.

Lastly, a batch with good intrinsic characteristics is not necessarily acceptable. Industrialists take other aspects into account before buying and using a given cocoa, such as price, reliability of supplies, regularity of deliveries, quality consistency (Fowler).

The choices made by users therefore respond to a complex set of issues and describing them by the single word "quality" generates numerous misunderstandings. It would doubtless be less simple, but more appropriate, to speak of cocoa "qualities".

Quality and the market

Traders tackle cocoa bean quality through standard references set down in sales contracts (Hullot). The French standards, which differ little from American or British standards, are as follows: *"To fulfil the contract, the cocoa supplied must be reasonably free from beans with foreign tastes, living insects, foreign bodies, broken beans and fragments of shell; it must not contain an excessive proportion of purple or germinated beans"*. This general condition of a batch (of healthy, fair market quality) is combined with the bean size: average bean weight must be over 1 g. Thus, batch quality is primarily judged on the existence or absence of defects. Too many defects result in a price revision, or rejection if acceptance limits are exceeded.

Sample checks by visual examination, bean counts and cut tests are simple and very cheap to carry out, but they do not reveal flavour qualities, nor do they detect some major defects, such as high free fatty acid levels (Hullot).

Prices essentially depend on the balance of the world market, which in turn depends on the relation between production and consumption.

World cocoa production has increased from 700,000 tonnes in 1950 to over 2,500,000 tonnes today. This rapid increase went through periods of acceleration and deceleration. The variations were greater than those of industrial requirements, causing a fluctuation in bean supplies on the market. The sharp increase in unused stocks between 1988 and 1992 is therefore without doubt the main reason for the drop in prices seen over the same period (Daviron).

Apart from the odd exception linked to highly specific characteristics, the prices of all cocoas have followed the same trends, though there are substantial variations between batches, with some of them offering greater specific merits than others. The most appreciated criteria are satisfactory fermentation, low shell rates and high butter contents (Fowler). Consistency is also an important aspect and those who regularly supply clean, uniform goods can set higher prices. This is the case for numerous estates in Southeast Asia (Fowler). Usually, cocoas from the same production zone have similar characteristics that recur from one year to the next. The world market is therefore divided up according to geographical origin. This segmentation is reflected in the existence of price differentials: some geographical origins benefit from a premium compared to the average price, others are subjected to discounts. A quality frame of reference per geographical zone has thus become established, in conjunction with sales prices. However, the price differentials between geographical zones closed up considerably during the 1994 season and all the bulk cocoas were sold more or less at the same price (Daviron).

Market segregation according to geographical origin may sometimes mask substantial differences between exports from the same country (Jarrige*). For example, Java cocoa from Indonesia is very different from Sulawesi cocoa. In trading practice, production or export units are commonly seen to acquire a brand image, over and above the country origin (Jarrige, Hullot*).

In the case of fine cocoas, with a totally separate market from that of bulk cocoas, partition is extreme (Daviron, Fowler). They represent around 5% of trade volume. These cocoas are produced in limited quantities and have specific flavour and colour characteristics, which makes them difficult to replace in end-product manufacture. Fine cocoas generally fetch a higher price than bulk cocoas. Most exports from Trinidad are fine cocoas, which explains their atypical price trend compared with the general trend.

The cocoa trade is essentially a futures market. Advance purchases offer the advantage

of funding the harvest and contracting parties are secured against excessive market fluctuations, though it would seem that the futures market has been used too often in recent years to dispose of poor quality cocoa, thereby contributing to the market slump (Hullot, Leblond*).

Factors affecting quality during production

Cocoa cultivation has developed in the humid Tropics around the globe. The diversity of locations and backgrounds lies behind the wide variety of crop management sequences, choices of planting material, cropping methods and post-harvest processes.

Types of cocoa trees grown

Chocolate flavour is closely linked to the *Theobroma cacao* species. Indeed, no other plant has been able to provide a comparable taste (Biehl). Moreover, a chocolate flavour can be developed from any *Theobroma cacao* bean, provided it is properly prepared. Nevertheless, flavour potential varies considerably depending on the cocoa tree grown. Criollo and Trinitario materials generally have a different flavour potential from that of Forastero trees. Most fine cocoas come from the first two groups. Some Forastero can be highly aromatic, such as the Nacional variety in Ecuador, but most of the Forastero trees grown are the source of more traditional flavours and colours. The other quality factors that are strongly influenced by genotype are the bean weight and butter content. They can be taken into account in selection indexes (Eskes, Lockwood).

The nature of the varieties grown has changed considerably over recent years. Criollo and Trinitario varieties, which are often low yielders and susceptible to parasite attacks, are being used less and less and replaced by much higher yielding Forastero or clonal hybrid materials (Eskes, Lockwood). Thus, the older varieties are gradually being replaced by high yielding cocoa trees (Biehl). As organoleptic qualities are not usually directly taken into account in breeding programmes, it may be that the increase in productivity will be combined with a degree of flavour dilution.

The genetic origin of flavour has yet to be elucidated. Studies carried out to date indicate that flavour primarily depends on the tree bearing the fruits. Cocoa beans are often produced by cross fertilization, and flavour variability would therefore seem to be largely dependent not on the bean itself, which is half male parent, half female parent, but on the maternal tissues surrounding the bean. The pulp could play an important role (Biehl).

Local conditions

Local conditions have a decisive effect on butter hardness (Eskes, Lockwood, Théry). Their effect seems to be less marked on butter content (Cros, Eskes, Lockwood, Théry). Few studies have been made of the interaction between local conditions and flavour. The information currently available suggests a clear dominance of the genetic effect on certain fruity traits, but it has so far proved impossible to reproduce the strong chocolate flavour of Ghanaian beans with cocoa from Malaysia, even when using identical varieties.

Plantation size also has to be taken into account. Large estates have ample supplies of fresh beans and greater investment possibilities, and can therefore ensure a degree of continuity in the processing of their yields. On the other hand, the production of smallholders, who have to cope with more random supplies and often have very rudimentary equipment, is of less consistent quality (Biehl). This distinction is strongly apparent in Asia and America, where the two types of plantations exist side by side.

Post-harvest processing

The main purpose of post-harvest processing is to convert the fruits produced by the cocoa tree into a merchantable product. The simplest series of processes to achieve this is picking, bean extraction (pod opening) and drying. However, a fermentation stage of varying length is required between pod opening and drying to obtain satisfactory development of the chocolate flavour (Barel, Biehl). All these operations affect bean characteristics and are highly dependent upon each other. They therefore form a decisive chain for end-product quality. Any one of the links in the chain can be acted upon to adapt the whole in accordance with the product desired.

Most of the research carried out in this field has concentrated on determining the conditions for optimum development of chocolate flavour. Some of these conditions are very general and can be set down in standard recommendations. For example, it is important to pick ripe pods (Barel). Colour change is the only criterion currently available and does somewhat lack precision. Be that as it may, it has proved to be sufficient for obtaining a satisfactory product. Care must also be taken not to damage beans during pod opening, and to separate them to prevent the formation of clumps and eliminate any defective beans (Barel). Other processing conditions have to be adapted case by case. Fermentation and drying operations particularly depend on numerous factors, such as the type of planting material grown, the volumes processed, climatic conditions, the production zone and local economic and sociological constraints.

Fermentation can be carried out in boxes or heaps. The differences in the size and nature of the containers, exposure, the amount of fresh cocoa and turning frequencies significantly affect how the operation proceeds (Biehl). It is particularly important to determine two stages: the time of the first stirring, which favours the switch from alcoholic fermentation (anaerobic) to acetic fermentation (aerobic), and the end of fermentation, characterized by a rapid increase in pH, indicating the end of acetic acid production. When fermentation is halted too soon, bean acidity remains very high. On the other hand, if it is allowed to go on for too long, putrefactive flora become established and the beans rapidly take on off-flavours (Biehl). The length of the fermentation period largely depends on the environment: disposition of the beans, moisture, temperature (Biehl). It can therefore vary from one batch to another. Successful fermentation can be checked, after the event, by a visual examination. The absence of fermentation results in slaty beans and insufficient fermentation results in a high level of purple beans, though the latter criterion remains somewhat subjective and does not always correspond to the reality of the situation (Fowler). It is also possible to monitor phenomena in real time throughout the operations, by reference to the exothermal properties of the reactions involved and by plotting temperature curves (Barel).

Drying halts fermentation and stabilizes the product. Most cocoas are sun-dried. This process is slow and discontinuous (alternating day and night), allowing biochemical reactions to occur in the early days. This type of drying produces good quality, aromatic cocoas with low volatile acid contents (Barel), but it is slow, requires large drying areas with a good deal of sunshine, and is not always applicable. In this case, artificial drying is carried out, with varying results. The main fault with rapid drying is that it accelerates water evaporation compared to that of acetic acid, often resulting in a very acidic cocoa.

Even with satisfactory fermentation and gentle drying, some cocoas still remain very acid and develop little flavour. This is particularly the case with cocoas from Malaysia and Indonesia (Biehl). This state of affairs can be improved by pressing, which partly reduces the volume of pulp. Extraction of the juice results in a reduction in the amounts of sugar before fermentation, which limits alcoholic fermentation, increases sugar respiration in the subsequent stages and consequently reduces acetic acid formation. The final flavour potential is enhanced. Extending the interval between picking and pod opening can also give good results (Biehl).

Beans are sometimes washed between fermentation and drying, to remove any residual pulp. Washing results in a very fine-looking merchantable cocoa, but renders it fragile with a larger number of broken beans. This process does not seem to have any major effect on organoleptic qualities (Barel).

Chemical origin of chocolate flavour

Of the 500 compounds identified in roasted cocoas, it has so far been impossible to characterize those specifically responsible for chocolate flavour (Cros). As the final composition therefore remains unknown, it is most difficult to determine the origin. The problem is made even more complicated by the highly complex transformations that occur during fermentation, drying and roasting (Biehl). However, it is necessary to have knowledge of the different processes in order to assess the flavour potential of a cocoa variety and determine the respective effects of genotype, local conditions, post-harvest processes and roasting (Cros).

Overall reactions are relatively well-known. Fresh beans possess an inherent flavour that is limited in quantitative terms. During fermentation, a set of biochemical reactions lead to the formation of flavour precursors, among other things (Cros). These precursors are reducing sugars derived from the hydrolysis of polyhosesides and sucrose, along with hydrophilic oligopeptides and hydrophobic amino acids derived from the hydrolysis of storage proteins (B.Biehl). The activities of enzymes involved in protein degradation are highly dependent on the pH. This could partly explain the relation between the high acidity of a cocoa and the weakness of its flavour (Biehl). At the same time, volatile compounds develop, particularly alcohols and esters, whose origin is yet to be determined. Their formation may be exogenous (microbiological), with migration within the cotyledons, or endogenous (internal metabolism, products of thermal degradation or oxidation), or even both at the same time. For their part, phenolic compounds are considerably reduced, which is reflected in a substantial drop in astringency and bitterness. During drying, polyphenol oxidation and aldehyde synthesis occur, in addition to a reduction in the acetic acid content by evaporation (Cros). The precursors developed during fermentation and drying participate during roasting in the formation of the chocolate flavour via the Maillard reaction, sugar caramelization, protein degradation and, to a lesser degree, sulphur compound synthesis. Many new volatile compounds occur at this point, but only around twenty of them are common to all cocoas.

The success of the Maillard reaction depends on the ratios between amino acids, peptides and reducing sugars (Cros). Precursor consumption therefore depends on the level of fermentation. Roasting a well fermented cocoa results in the virtually total consumption of the reducing sugars, whereas with an unfermented cocoa, it is reduced by half. Roasting parameters can be adapted to suit the desired flavour. The particular flavours associated with fine cocoas (fruity, nutty, etc.) are brought out more effectively with mild roasting.

At all stages of fresh bean processing into roasted beans the composition of the volatile fraction differs considerably between genotypes. The differences are slighter for the non-volatile compounds involved in flavour development. Variability in the volatile compounds seems to be more closely linked to genotype than to geographical origin. There is a relation between the fruity character and the chromatographic profile.

Assessment of chocolate flavour

Roasting is the final stage in which the flavour potential acquired by the beans primarily during fermentation and drying can be brought out. Whilst the existence of off-flavours in batches of merchantable cocoa can be identified by smell, it is virtually impossible to estimate flavour potential directly. Users therefore carry out assessments and, given the competition between users, the results of these analyses usually remain confidential. It is therefore difficult for producers and traders to take flavour characteristics into account.

It is sometimes difficult to achieve coherence between one panel of tasters and another, since the descriptors used are often different (Théry). Users are currently trying to define flavour quality criteria more effectively, in order to favour exchanges of information (Fowler). Several years ago, work was started on the enormous task of harmonizing assessments using standard aromas (Clapperton*).

Prospects

Analysis of demand has shown that user requirements are numerous and varied. Industrialists are not looking for a single product that could be defined by universal quality standards, but for several products with distinct characteristics. Under these circumstances, it is extremely complicated to define "a quality" and it would no doubt be preferable to define "qualities" in the plural in accordance with the different uses.

Three criteria seem to be essential in the choices made by users: flavour, butter and colour. None of these criteria is specifically

taken into consideration by the market, which bases its assessments on the physical condition of the batches. There is, of course, a relation between the appearance of beans and the different processes they have undergone and a batch with no defects has every chance of satisfying chocolate manufacturers. Be that as it may, the relation remains indirect and very fine-looking batches may only have a very low flavour potential or a butter hardness that does not meet

requirements. An major hindrance would doubtless be overcome if quality descriptors, covering all aspects taken into account by users, were defined for the sector as a whole.

Attempts to harmonize flavour descriptors, which have been going on for several years, are an important first step, though the analyses will need to be available to and usable by suppliers, so that they can adapt their production and deliveries according to requirements.

Middlemen, such as exporters and traders, have a major role to play in passing on such information.

Defining these new descriptors, developing techniques for their use and ascertaining the limitations of their application are tasks for Research. The problem is not a simple one, since assessment methods will have to remain easy to use and inexpensive. ■